O PORIJEKLU I BUDUĆNOSTI SVEMIRA

Josip Planinić, Osijek

UDK:113
523.53
Stručni članak
Primljeno 11/1999

Niente di più organizzato di ciò che
l'amore ordina e nulla di più libero di
ciò che l'amore unisce.

(*Pensieri*, Chiara Lubich)

Sažetak

Prikazano je današnje stanje u fizici čestica, kao i u astrofizici, a s obzirom na strukturu svemira i njegovo porijeklo. Opisana je teorija Velikog praska (Big Bang) zajedno s inflatornim modelima i razmatrana su teška kozmološka pitanja glede prošlosti i budućnosti svemira (što je ili tko je započeo ekspanziju svemira, je li bilo više prasaka, kolika je gustoća svemira, postoji li antigravitacijska masa). S obzirom na kozmološki antropički princip te teoriju determinističkog kaosa, pojavljuju se i druga pitanja koja upućuju na neophodnost filozofskog pristupa problemu evolucije svemira. Prikazan je razvoj misli u spekulativnoj kozmologiji, a također su navedena pojedina uvažena mišljenja u novijoj filozofiji (Descartes, Kant, i drugi).

Uvod

Ovdje se promatra svemir na način kako to omogućuje suvremena fizika, temeljna znanost o prirodi. Prema Aristotelovoj *Metafizici*[1] priroda (φυσιζ) je naziv za sve predmete (također i bića i njegove dijelove), koji imaju tvar (materiju) i oblik. Materija se uzima kao tvar i energija; tvar ima protežnost i masu, koja može prijeći u energiju, i obratno, a ukupna je energija u zatvorenom sustavu stalna. Prirodu poznajemo kao svemir.

Sredinom tridesetih godina ovog stoljeća držalo se da je atom izgrađen od protona i neutrona (jezgra) te elektrona (omotač), kao "elementarnih" čestica, a bili su poznati još pozitron, neutrino i foton (gama čestica). U kasnijim desetljećima otkrivene su još stotine

1 Aristotel, *Metafizika*, Globus, Zagreb, 1988.

drugih subatomskih čestica i antičestica (čestice pozitivnog naboja). Mnoge od njih danas se promatra kao čestice izgrađene od više osnovnih jedinki, ili elementarnih čestica, te primjerice proton sadrži tri kvarka. Umjesto ranije klasifikacije čestica po masama (lake-leptoni, srednje-mezoni, teške-barioni), uobičajenije je njihovo razvrstavanje po vrstama sila ili međudjelovanjima (interakcijama) u kojima sudjeluju.[2] Jake nuklearne sile djeluju na vrlo maloj udaljenosti između čestica nazvanih hadroni (npr. protoni i neutroni u jezgri), a sile su posredovane, odnosno sile prenose gluoni (čestice bez mase). Tzv. slabe nuklearne sile (10^6, tj. milijun puta slabije od jakih sila) djeluju između leptona (npr. elektron, neutrino), a posredovane su česticama $W^{+/}$ i Z^0. Od ukupno četiri vrste interakcija valja navesti još elektromagnetsku silu, koja je stotinu puta slabija od jakih nuklearnih sila, djeluje između nabijenih čestica, a posredovana je fotonima (čestice bez mase), te gravitacijsku silu (10^{38} puta slabija od jake sile), koja djeluje privlačno između čestica s masom (tijela), a pretpostavlja se da je posredovana česticom graviton.

Od elementarnih čestica danas je poznato šest vrsta kvarkova i šest leptona, uz spomenute nosioce osnovnih sila (fotoni, W i Z čestice). Pokušaj ujedinjenja jake i slabe nuklearne sile i elektromagnetske sile opisuju tzv. velike ujedinjene teorije (eng., *grate unifed theories*, GUTs), prema kojima samo jedna sila djeluje u području od 10^{-30} m, unutar kojega se ne razlikuju osnovne čestice, odnosno leptoni se pretvaraju u kvarkove i obratno. Još ambiciozniji je teorijski pokušaj ugradnje i gravitacijske sile s navedene tri sile u jednu silu, što se katkad naziva teorijom o svemu (eng. *theory of everything*, TOE) ili teorijom stune (eng. *strig theory*); navedena teorija ne predstavlja elementarne čestice kao točke, nego kao jednodimenzionalne strune (končiće, stringove) dužine oko 10^{-35} m.[3] Uz dodatne pretpostavke pojavljuje se ideja supersimetrije (eng. *supersymetry*, SUSY) i teorija superstringova (eng. *super strings*), koja predviđa postojanje novih supersimetričnih čestica (*s*-čestica) za svaku poznatu česticu; tako bi svaki lepton imao pripadni slepton, kvark bi imao skvark ili superkvark, i sl., međutim ni jedna *s*-čestica nije do sada eksperimentalno detektirana.[4]

Sasvim su drugačiji razmjeri u području astrofizike, gdje su nebeske udaljenosti tako velike da se umjesto metra rabi svjetlosna sekunda, odnosno godina (sg), a to je udaljenost koju svjetlost prijeđe

2 H. D. Young - R. A. Freedman, University Physics, J. Wiley&Sons, New York, 1966.

3 B. R. Martin - G. Shaw, *Particle Physics*, J. Wiley&Sons, New York, 1997.

4 J. S. Lewis, *Physics and Chemistry of the Solar System*, Academic Press, London, 1997.

u vremenu od jedne godine (približno 10^{16} m, uz brzinu svjetlosti od $3x10^8$ m/s). Zemlja (planet) se giba oko Sunca (zvijezda) na udaljenosti od oko 8,3 svjetlosnih minuta ($1,5x10^{11}$ m), a druga nam najbliža zvijezda udaljena je od Zemlje 4,3 sg. Teleskopska promatranja Sunčeva sustava započinju u ranom XVII. stoljeću (G. Galilei), a danas Sunce poznajemo kao jednu od 10^{11} zvijezda u našoj galaksiji (Mliječni put), koje na okupu drži gravitacijska sila, dok se ukupno u svemiru može zapaziti još oko 10^{11} drugih galaksija. Najdalja galaksija udaljena je od Zemlje oko 10^{10} sg.[5]

PORIJEKLO SVEMIRA

"U početku stvori Bog nebo i zemlju", tako započinje Knjiga postanka u Svetom pismu.[6] Prema grčkoj mitologiji (pjesnik Heziod), u početku je bio Kaos, zjapeća praznina, iz koje su nastali Gea, Zemlja, Tartar, tamni ponor pod Zemljom i Eros, Ljubav, kao stvaralačka moć.[7]

Prva nastojanja u razumijevanju prirodnih pojava i traženju odgovora na kozmološka pitanja pripisuju se Talesu iz Mileta (oko 600. god. pr. Kr.)[8], koji je svemir držao konačnim te ograničenim s nebeskim svodom.[9] Za njega je Zemlja disk koji pluta na oceanu, a počelo svega je voda.[10] Njegov učenik Anaksimen uvodi zrak kao počelo svijeta te geocentričnu kozmologiju; Anaksagora (V. stoljeće pr. Kr.) razmatra o Mjesecu i planetima kao čvrstim tijelima, sličnim Zemlji, i ustvrđuje kako je um (*nous*) uzrok reda u svijetu. Empedoklo (V. st. pr. Kr.) navodi četiri elementa: vodu, zrak, zemlju i vatru, od kojih bi bio izgrađen svijet, dok Leukip i Demokrit uvode atome kao konstitutivne elemente svemira. Prema Filolaju (pitagorejac, kraj V. st. pr. Kr.), svemir sadrži jedan središnji oganj (vatru) oko kojega se gibaju nebeska tijela: Zemlja, Mjesec, Sunce, pet planeta i zvijezde stajačice (navedeni kozmološki opis, ovdje ponešto pojednostavljen, predstavlja povijesno i prvi model svemira).[11]

5 H. D. Young - R. A. Freedman, *University Physics*, J. Wiley&Sons, New York, 1966.

6 *Biblija*, Globus, Zagreb, 1974.

7 J. Strnad, *U prošlosti i budućnosti svemira*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.

8 Aristotel, *Metafizika*, Globus, Zagreb, 1988.; J. Strnad, *U prošlosti i budućnosti svemira*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.

9 A. Masani, *Storia della cosmologia*, Editori riuniti, Roma, 1980.

10 R. Canal - R. Lapsedra, *Origine ed evoluzione dell'universo*, Istituto Geografico di Agostini, Novara, 1977.

11 A. Masani, *Storia della cosmologia*, Editori riuniti, Roma, 1980.

Aristotel (IV. st. pr. Kr.), u(po)svajajući ideje svojeg učitelja Platona,[12] govori o kružnom gibanju planeta i zvijezda oko Zemlje. Nebeska tijela se gibaju u eteru, a sublunarni svijet je materijalan i izgrađen od četiri elementa, koje navodi već Empedoklo. Prema Aristotelu, uzrok svim gibanjima je Prvi nepokretni pokretač, Bog. Takva Aristotelova kozmologija, koju je Ptolomej poslije sistematizirao (stotinjak godina poslije Krista), ostala je nepromijenjena više od 1500 godina.

Protiv navedene teorije izjasnio se G. Ockham, franjevac, engleski filozof iz četrnaestog stoljeća, prema kojemu su sva nebeska i sublunarna (dakle zemaljska) tijela izgrađena od iste tvari;[13] njegovi doprinosi prirodnoj filozofiji predstavljaju uvod u novu fiziku, koja je prethodila N. Koperniku (XV./XVI. st.), G. Galileiju i J. Kepleru u XVI./XVII. st., te I. Newtonu (XVII./XVIII. st.).

Kopernik je preuzeo antičke ideje (Aristrah iz Sama, III. st. pr. Kr.) o Suncu kao središtu svijeta i planetima koji kruže po koncentričnim putanjama, što je nastojao onda provjeriti u promatranjima nebeskih planetarnih gibanja te dokazati postojanje Sunčeva sustava (glasoviti "Kopernikov obrat").

G. Galilei je dalekozorom promatrao Mliječnu stazu, našu Galaksiju, i opisao je kao "mnoštvo sjajnih zvijezda okupljenih u nakupinama" (1610.). J. Kepler je nakon mnogih mjerenja ustanovio kako Sunce nije u središtu putanja planeta, nego u žarištu elipsa po kojima se planeti gibaju. Uzimajući u obzir sve spoznajne stečevine, I. Newton utemeljuje novu mehaniku: uvodi gravitacijsku silu te daje odgovore na znanstvena i filozofska pitanja o prostoru, vremenu, tvari, gibanju, i dr.; njegov prostor je apsolutan, stvoren od Boga, stoga ima i Božja obilježja: vječan je, beskonačan, nepromjenjiv i nedjeljiv.

Uspjeh newtonovske fizike u tumačenju Sunčeva sustava oduševio je znanstvenike XVIII. i XIX. stoljeća, te P. Laplace izjavljuje kako su svi dijelovi i sve pojedinosti svemira određeni, a svakoj čestici je moguće predvidjeti brzinu i položaj u prostoru... On je preuzeo Kantov model nastanka Sunčeva sustava (gravitacijsko skupljanje oblaka plina) i pridodao mu rotaciju.

Tako se kozmologija razvijala zajedno s fizikom.

Danas se drži, uz pretpostavku valjanosti poznatih fizikalnih zakona u cijelom svemiru (kozmosu), a na temelju laboratorijskih istraživanja i promatranja svemirskih objekata, da su zvijezde nastale

12 R. Canal - R. Lapsedra, *Origine ed evoluzione dell'universo*, Istituto Geografico di Agostini, Novara, 1977.

13 A. Masani, *Storia della cosmologia*, Editori riuniti, Roma 1980.; F. Copleston, *A history of philosophy*, Doubleday, New York, 1994.

skupljanjem oblaka plina (vodika), povećanjem gravitacije i zadobivanjem vrtnje, ubrzanjem čestica plina, odnosno protona (jezgre vodika) te pojavom nuklearne fuzije (spajanje vodikovih jezgara u jezgre helija uz oslobađanje velike energije na račun smanjenja mase). Sagorijevanjem vodika zvijezda se proširuje (helij u središnjem dijelu, vodik u vanjskom sloju), postaje crvenija i poprima oblik tzv. crvenih divova (u evoluciji do crvenog diva Suncu je potrebno još $5x10^9$ godina, a toliko približno iznosi i starost Sunca, od kojega su se odvojili, zbog vrtnje, vanjski dijelovi, a od njih su nastali planeti, dakle i Zemlja). Daljnjim zagrijavanjem, u fuziju ulaze i teže jezgre (helij, berilij, sve do željeza i nikla), vodik se troši i nestaje, oslobođena energija nije više dovoljna za fuziju težih jezgara, pa se zvijezde počinju hladiti i stezati u tzv. bijele patuljke. Daljnjim hlađenjem zvijezde tamne, nestaju iz vidika i postaju crni patuljci (pepeo!).

Veće zvijezde, s masama koje su veće od 1,4 mase Sunca, imaju drugi scenarij: iz stanja velikih crvenih divova zvijezde se stežu (uz povećanje gravitacije), teže vanjske jezgre atoma se ubrzavaju prema središtu zvijezde, u sudarima se razbijaju, a u unutrašnjosti zvijezde velike gustoće skupljaju se neutroni, što onda predstavlja tzv. neutronsku zvijezdu. Kada nuklearne reakcije u središtu zvijezde ne mogu više uravnotežiti pritisak gravitacije, središte zvijezde se počinje naglo stezati, odbacujući u vrlo snažnoj eksploziji svoje vanjske dijelove. Nastala eksplozija, koja se naziva supernova, oslobađa golemu energiju, te zvijezda supernova može biti sjajnija od cijele galaksije; unutar nekoliko dana zvijezda se naglo širi i povećava do milijardu puta, onda blijedi nekoliko mjeseci i skuplja se uz povećanje gustoće, koja može biti i 10^{14} puta veća od gustoće Zemlje, a daljnja sudbina te zvijezde odvija se kao kod bijelih, odnosno crnih patuljaka. Za neutronsku zvijezdu s dvostruko većom masom od Sunca, ili još većom masom, stezanje mase može biti tako veliko da povećana gravitacija zvijezde zarobljuje svjetlost (u skladu s općom relativističkom teorijom A. Einsteina); takva zvijezda postaje nevidljiva i naziva se crnom rupom.

Evolucija zvijezda te pomak njihove svjetlosti prema crvenom dijelu vidljivog spektra upućuju na zaključak o udaljavanju zvijezda i širenju svemira. Galaksije se udaljuju od nas brzinom koja je srazmjerna udaljenosti (Hubbleov zakon, 1929.); taj zakon onda omogućuje određivanje starosti svemira uzimajući u obzir kozmološki princip izotropnosti i homogenosti svemira). Iz sadašnje veličine svemira može se, dakle, odrediti njegova starost, odnosno trajanje njegove ekspanzije na približno 12 milijardi godina ($t_p=1,2x10^{10}$

godina),[14] što je u skladu sa starošću Zemlje (npr. prema radioaktivnosti urana) i Sunčeva sustava, kao i vremenom evolucije zvijezda.

Pripadna teorija Velikog praska (engl., *Big Bang*, BB), prema kojoj je svemir započeo evoluciju iz jedne (singularne) točke u trenutku prije vremena t_p s obzirom na sadašnjost, dobila je uporište u kozmičkom pozadinskom zračenju (koje je zapaženo 1964. godine u području elektromagnetskih mikrovalova), a time je znanstveno potisnut raniji protumodel o beskonačno starom svemiru.

Prema tzv. standardnom kozmološkom modelu, koji slijedi spomenutu BB-teoriju (hipotezu o velikoj eksploziji svemira prvi je opisao opat G. Lemaitre u dvadesetim godinama XIX. stoljeća, prema kojoj su sve semirske galaksije u početku bile koncentrirane u jednom bloku, gdje je bilo središte eksplozije, koja je onda velikom silinom izbacila galaksije u prostor[15]), u singularnoj točki Velikog praska do trenutka $t_1=10^{-43}$ s vladali su uvjeti vrlo velike gustoće energijei ujedinjenja svih (četiri) prirodnih sila u jednu silu; u trenutku t_1 temeperatura svemira iznosila je $T_1=10^{32}$ K. Daljnjom ekspanzijom u svemiru se prekida simetrija četiriju sila, pa do trenutka $t_2=10^{-35}$ s vlada era GUTs (ujedinjene jake, slabe i elektromagnetske sile), a onda slijedi razdoblje do vremena $t_3=10^{-4}$ s (nastaju kvarkovi te protoni i neutroni); pritom se svemir hladio, pa su pripadne temperature bile $T_2=10^{27}$ K i $T_3=10^{12}$ K, približno. Zatim nastupa leptonska era, do $t_4=10$ s i $T_4=10^{10}$ K, kada je u svemiru bilo podjednako elektrona, pozitrona, neutrina i fotona. Onda slijedi radijacijska era do $t_5=1/3x10^6$ godina i $T_5=3x10^3$ K, kada je svemirom dominiralo zračenje (fotoni), a u kraćem dijelu tog razdoblja (od stote do tisućite sekunde vladali su i uvjeti nukleosinteze, u kojima su mogle nastati jezgre uglavnom vodika (75%) te helija (25%).[16] Nakon t_5 sve do sada, u svemiru prevladava tvar nad zračenjem, nastaju zvijezde i galaksije, svemir se dalje širi i hladi te sada fotoni pozadinskog zračenja imaju niske energije (premda je njihov broj i nadalje dominantan s obzirom na broj atoma), s pripadnom temperaturom od 2,7 K.[17]

Uz navedeni standardni kozmološki model, početkom 80-ih godina ovog stoljeća predložen je inflatorni scenarij, koji u teoriju

---

14 W. Rolf, *Modern Physics*, J. Wiley&Sons, New York, 1994.

15 H. Shipmann, *Buchi neri*, quasari ed universo, Zanichelli, Bologna, 1986.

16 M. Longair, *The New Astrophysics*, u: The New Physics, izd.: P. Davis, Cambridge University Press, Cambridge 1989.

17 H. D. Young - R. A. Freedman, *University Physics*, J. Wiley&Sons, New York 1966.; D. C. Giancoli, *Physics*, Prentice Hall, London, 1995.

Velikog praska uvodi eksponencijalnu evoluciju (napuhavanje) svemira za razdoblje od približno 10^{-34} do 10^{-35} s nakon praska.[18] U kratkoj inflatornoj eri promjer svemirske sfere silno se povećao (možda za faktor 10^{30} ili više) te zakrivljenost svemira postaje teško zamjetljiva ili nezamjetljiva (svemir se pokazuje ravnim). Inflatorna teorija (koja se još provjerava i dograđuje) mogla bi dati, možda, više odgovora na pitanja o budućnosti svemira.[19]

Budućnost svemira

Od Velikog praska do sada proteklo je blizu 10^{15} sekunda, radijus svemira koji se i dalje ubrzano povećava mogao bi sada iznositi oko 10^{26} m,[20] a prosječna gustoća svemira procjenjuje se s obzirom na vidljivu tvar (uglavnom zvijezde) do 1% njegove tzv. granične gustoće ($d_g=10^{-26}$ kg/m^3), odn. do 15%, uzimajući u obzir ukupnu skrivenu barionsku masu (obična tvar, npr. međuzvjezdana prašina, i sl.). Granična je gustoća ovdje izračunata samo približno (odgovara gustoći od nekoliko vodikovih atoma po kubičnom metru), a određuje se iz uvjeta jednakosti kinetičke energije svemirske mase i pripadne potencijalne gravitacijske energije; ili, kritični odnosno granični uvjeti za širenje svemira nastupili bi onda kada bi svemir imao dovoljno mase da pripadna gravitacijska sila uspori te zaustavi njegovu sadašnju ekspanziju. Ako je gustoća svemira (d) manja od d_g, svemir će se uvijek povećavati (svemir je negativno zakrivljen i otvoren, odnosno ima hiperboličnu geometriju), u slučaju $d=d_g$ povećavanje svemira će se zaustaviti nakon vrlo dugog vremena i imat će konačnu veličinu (svemir je ravan i otvoren), a ako je gustoća svemira veća od granične vrijednosti ($d>d_g$, geometrijska zakrivljenost pozitivna, svemir je zatvoren i sferičan), onda će se širenje svemira zaustaviti, zatim smanjivati te ponovno skupiti u singularnu točku.

Pouzdano mjerenje gustoće svemira vrlo je teško izvesti s obzirom na postojanje tamne ili izgubljene tvari (crne rupe) koju nije moguće detektirati, ili barem nije moguće izravno zapaziti. Pretpostavlja se da tamne tvari ima u središtu naše galaksije, kao i u drugim galaksijama, odnosno čini se da u svemiru ima znatno više

---

18 A. Guthe, - P. Steinhard, *The Inflatory Universe*, u: The New Physics, izd. P. Davis, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.

19 K. A. Olive, *Inflation*, Physics Letters 190 (1990), 307.; K. A. Olive, *Cosmology*, Physical Review 50 (1995), 1234.

20 K. Krane, *Modern Physics*, J. Wiley&Sons, London, 1995.

tvari nego što se sada može zapaziti.[21] Kozmološkim teorijskim razmatranjima (inflatorni model) najviše bi odgovaralo da je gustoća svemira blizu njegove granične vrijednost. Ako je $d<d_g$, svemir bi se širio još oko 10^{100} godina, od sadašnjih galaksija nastale bi crne rupe, a daljnjim širenjem svemir bi prešao u rijetki plin sastavljen od elektrona, pozitrona, neutrina i fotona. Ukoliko je $d=d_g$, svemir bi se usporavajuće širio do konačne veličine te trajno ostao ravan i otvoren. Ako je u realnosti $d>d_g$, svemir bi se povećavao još neko vrijeme (otprilike još onoliko vremena koliko se do sada razvijao), a onda bi započelo njegovo smanjivanje i skupljanje u tzv. veliki ostatak ili drugi singularitet (stanje beskonačne gustoće).

RASPRAVA

Koliko god je standardni kozmološki model s Velikim praskom zasnovan na fizikalnim zakonima, ostavio je nekoliko važnih pitanja bez odgovora, među kojima su:[22] količina i sastav tamne tvari, uzrok stvaranju prvih velikih nakupina tvari (početak evolucije zvijezda), uzrok stvaranju prvih velikih nakupina tvari (početak evolucije zvijezda), uzrok homogenosti (uniformnosti) svemira, što je ili tko je započeo ekspanziju svemira, što je zapravo bio Veliki prasak, je li bilo drugih prasaka?!

Prema nekim hipotezama inflatorne teorije, svemir je blizu granične gustoće tvari, stoga se pretpostavlja i postojanje najvećim dijelom tamne tvari, možda u obliku čestice koje još nisu otkrivene (npr. nova vrsta neutrina), a početak evolucije svemira odnosno prasak smješta se u inflatorni mjehur, kojih bi moglo biti beskonačno mnogo, i onda se ne nalazi potrebnim govoriti o samo jednoj eksploziji, prasku, odnosno samo o jednom početku svemira. S inflatornog stajališta postavlja se i pitanje može li svemir stvoriti samog sebe, a zatim se pokušava naći potvrdan odgovor.[23] Također se nastoji zaobići kozmološko i filozofsko pitanje prvog uzroka uz tvrdnju: nema prvog uzroka u početku svemira, prije početka je bio prethodni početak, itd., a pitanje najranije točke u nizu uspoređuje se s pitanjem - koja je najistočnija točka na Zemlji. Također pitanje - kako načiniti (stvoriti) nešto iz ništa - naziva se pogrešnim pitanjem,

21 W. Rohfl, *Modern Physics*, J. Wiley&Sons, New York, 1994.

22 M. S. Turner, *Cosmology 1996*, Nuclear Physics B 59 (1997), 239.

23 J. R. Gott - L. X. Li, *Can the Universe create itself?*, Physical Review 58 (1998), 23501.

a umjesto toga ispituje se postoji li bilo što u fizikalnim zakonima, što bi se protivilo zamisli da svemir bude - majka samome sebi!

U nekim inflatornim modelima susrećemo se također hipoteze prema kojima je ukupna energija svemira nula (pretpostavka: materija svemira nastala je od pozitivne energije, dok gravitacijskom polju pripada negativna energija[24]), premda nema ni jedne fizikalne očiglednosti (dokaza) za to (tako bi se izbjeglo pitanje otkud potječe energija nastala prije početka evolucije svemira).

Pojedini istraživači bi željeli (na račun matematičkih mogućnosti) prikazati svemir potpuno autonomnim, kojemu ne bi bio potreban nikakav vanjski utjecaj; odnosno, svemir ne bi nikada trebao biti stvaran niti razaran (o njemu bi se moglo reći samo da - jest); štoviše, izravno bi se željelo pokazati da u stvaranju svemira Bogu nema mjesta.[25]

Odlazak u beskonačnost prije velikog praska mogao bi se pretpostaviti s trećim evolucijskim modelom ($d>d_g$) pomoću jedne zatvorene krivulje (poluelipsa ili oval započinje i završava na horizontalnoj osi [vrijeme], što je početak i završetak svemira u singularitetima; na vertikalnoj osi je veličina svemira), ako bi ovalu (svemirski evolucijski ciklus) prethodilo beskonačno istih ovala (ciklusa), a na isti način bi se moglo otići u budućnost uz beskonačan broj ponavljanja evolucijskih ciklusa, odnosno uz kozmološko recikliranje ili pulsiranje...

Koji je smisao takvih predpostavki?!

Koncept o mnoštvu svemira pojavljuje se kao moguće matematičko rješenje u kvantnoj teoriji (koja bi onda tako riješila problem vremenskoprostornog singulariteta). Svemir, ili kvantni sustav s mnoštvom kvantnih stanja, nakon mjerenja dijeli se u preslike (kopije); tako se može govoriti o beskonačnosti "paralelnih svjetova" koji koegzistiraju s onim koji mi vidimo...

Kritika hipoteze o mnoštvu svemira navodi kako hipoteza uvodi besmislenu količinu "prekomjernog metafizičkog prtljaga" u fizikalni opis svijeta.[26]

Eksperimentiramo uvijek i samo u jednom svemiru, pa uvoditi beskonačno mnogo drugih svemira da se opravda uski tehnički pristup našem svijetu, čini se kao antiteza "Ockhamovoj britvi"; u hipotezi se ne nalazi nikakav smisao (G. Ockham piše također kako

---

24 A. Guthe - P. Steinhard, *The Inflatory Universe*, u: The New Physics, izd. P. Davis, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.

25 S. Hawking, *Dal Big Bang ai buchi neri*, Superpocket, Milano 1998.

26 P. C. Davies - J. R. Brown, *Il fantasma nell'atomo*, Città Nuova, Roma, 1992.

svemogući Bog može stvoriti novu vrstu tvari, kao i da bi se svijet mogao dijeliti i umnažati u beskonačno.., ali to su samo filozofske mogućnosti, navodi autor[27]). Daljnji prigovor teoriji o mnoštvu svemira jest kako se ona ne može pokusom ispitati (nije eksperimentabilna).

Svemir je upravljan izvanredno i u njemu su tvar i energija raspodijeljeni na krajnje nevjerojatan način, što upućuje na zaključak o postojanju samo jednog jedinog, našeg svemira.

Valja se prisjetiti i znanstvene pretpostavke o koncu svemira iz polovice XIX. stoljeća, kada je uveden pojam termičke smrti svemira, a na temelju drugog zakona termodinamike; zbog ireverzibilnih (nepovratnih) termičkih procesa u prirodi i rasipanja raspoložive energije (povećanja entropije svemira[28]) unutarnja aktivnost svemira teži prema konačnom stanju termodinamičke ravnoteže (što bi značilo zaustavljanje svih prirodnih procesa, pa i života). Misli se, ipak, kako bi statističke fluktuacije mogle spriječiti put svemiru prema termodinamičkoj ravnoteži.

Hoće li Zemlja prijeći u vatru (singularitet, skupljanje svemira) ili u led (beskonačno širenje svemira, hlađenje)? Prirodoslovci misle da odgovori nisu još usuglašeni, odnosno da je za to potrebno još vremena.[29] Svemir je uniformiran u svim smjerovima, ali sadrži lokalne nepravilnosti koje se mogu razviti u zvijezde i galaksije. Zakrivljene prostornovremenske koordinate mogu opisati svemir kao konačan, ali bez granica. Uz tu pretpostavku svemir bi bilo moguće opisati matematički na temelju prirodnih zakona (tada ne bi trebalo uvoditi tzv. rubne uvjete, zbog kojih su neki znanstvenici skloni metafizičkim i teološkim rješenjima), ali točan oblik tih zakona još nije poznat. Sada su poznati parcijalni zakoni, koji upravljaju svemirom, a oni su, čini se, dio jedne ujedinjene teorije, koja još nije otkrivena. No, snage istraživača su ograničene; prvo, zbog principa neodređenosti (kvantnomehaničko pravilo po kojemu dvije povezane fizikalne veličine ne mogu biti točno izmjerene, određene), a zatim složenost jednadžbi onemogućuje pronalaženje rješenja u određenim jednostavnim stanjima. Tako se još dalekom čini - sveznanost (engl. *omniscience*).

---

27 N. Abbagnano, *Storia della filosofia*, UTET, Torino, 1969.

28 H. D. Young - R. A. Freedman, *University Physics*, J. Wiley&Sons, New York, 1996.

29 S. Hawking, *The Edge of Spacetime*, u: The New Physics, izd. P. Davis, Cambridge University Press, Camridge, 1989.; Isti, *Dal Big Bang ai buchi neri*, Superpocket, Milano, 1998.

Nova znanost, deterministički kao u okvir nelinearne dinamike nastoji pronaći odgovore i rješenja za realne fizikalne sustave koji u stvarnosti nisu potpuno izolirani; pod utjecajem okoline, inače analitički rješiv sustav s unutarnjim gibanjem više tijela postaje barem malo kaotičan. Ovdje se rabi naziv kao istoznačnica za nasumičnost (engl., *randomness*), umjesto uobičajenog naziva za nered ili nepravilnost. Može se gledati na izvor kaosa kao na nestalu, nedostatnu informaciju (podatak). Mala početna pogreška, ili ograničena točnost npr. pri uzimanju konačnog broja znamenaka za vrijednost 1/3=0,333333..., u numeričkom računanju s puno ponavljanih koraka (sukcesivne iteracije), širi se i povećava eksponencijalno svake sekunde u elektroničkom računalu (kompjutoru), računanje daje niz novih podataka koji su nepredvidivo slučajni ili kaotični.[30]

Kako je u Sunčevu sustavu privlačna gravitacijska sila obrnuto srazmjerna kvadratu udaljenosti masa, onda i taj sustav opisuje nelinearna kaotična dinamika. Apsolutna predvidivost gibanja i položaja planeta ili satelita u svemiru, kako je to opisivala klasična fizika do prije tridesetak godina, više ne vrijedi. Nova svemirska istraživanja pokazala su npr. kako satelit planeta Saturna ima nepravilan oblik, a nesimetrija oblika svemirskih objekata može također prouzročiti kaotične promjene u eliptičkoj orbiti, u ovom slučaju satelita.[31] Složeni proračun kozmološke evolucije uz ograničenu točnost fizikalnih konstanti ograničen je i podložan kaotičnosti.

Uz mnoge neodređenosti i zanimljiva istraživanja u samozvanoj zlatnoj eri kozmologije (npr. mogućnost otkrivanja crnih rupa iz položaja dvostrukih zvijezda, spajanje kvantne fizike i teorije opće gravitacije), u kozmološkoj evoluciji se uglavnom prihvaća Veliki prasak kao singularitet u kojem je stvoren ne samo materija (energija, tvar) nego je to početak i vremena i prostora, a od tada se svemir neprestano širi. Neizgledno je, zanemariva je vjerojatnost da postoje zvijezde i galaksije kao naša![32]

Nova astronomska istraživanja pokazuju, međutim, da se svemir ubrzano širi![33] Inflatorni model iz osamdesetih godina ovoga stoljeća, s ravnim svemirom i dominantnom tvari tako postaje nevažeći

30 J. Ford, *What is Chaos*, u: The New Physics, izd. P. Davis, Cambridge University Press, Cambridge, 1989.

31 F. C. Moon, *Chaotic and Fractal Dynamic*, J. Wiley&Sons, New York, 1992.

32 J. Boslough, *Stephen Hawking's Universe*, W. Collins&Sons, Glasgow, 1989.

33 Kraus, *Cosmological antigravity*, Scientific American, Jan. (1999), 35.

(mrtav). Svemir je ili otvoren ili je ravan i ispunjen energijom nepoznatog porijekla, odnosno nekom masom koja ima gravitaciju - odbojnu. Većina znanstvenika prihvaća ovu drugu mogućnost: svemir je ispunjen odbojnom gravitacijskom energijom. Ova antigravitacija unosi, dakle, revoluciju u kozmologiju!

Prema antropičkom principu, ako bi se svemir i sasvim malo razlikovao od sadašnjeg, nas ne bi bilo ovdje. Zaključuje se da je svemir uređen na temelju nekoliko prirodnih zakona i možda petnaestak fizikalnih konstanti te da je u prirodi dostignuta izvanredna ravnoteža; ako bi sile između kvarkova (protona, neutrona) bile samo malo slabije, onda bi jedini element u svemiru bio vodik; ako bi masa protona bila jednaka masi neutrona (neutron ima veću masu za 0,1%), elektron ne bi bio uhvaćen u atom te svemir s uvjetima za sadašnji život ne bi postojao, i sl. Čini se, svemir je isključivo uređen (ugođen) tako da bi nama bio ugodan![34]

Ovaj antropički princip, kao i razvoj svemira u budućnosti, posljednjih tridesetak godina predmet su znanstvenoga, filozofskog i teološkog razmatranja.[35]

Kristocentrizam u kozmičkoj viziji te evolucija svemira prema jednom singularitetu, nazvanom točka Omega, uvedeni su u literaturu polovicom ovog stoljeća po p. Teilhardu de Chardinu, D. I.[36]

Ipak, moglo bi se reći, ta teška kozmološka pitanja nemaju nikakve veze s našom svakidašnjicom. Sunce sja i obasjava nas, i to će trajati nezamislivo dugo vremena (dok ne izgori), sve je u redu i dobro! No, kozmološka pitanja duboko fasciniraju ljudski razum.

U antici Platon drži da je svemir postojao uvijek te da je vječan. Aristotel govori o Prvom pokretaču koji je dao tijelima gibanje u svemiru, a trajanje svemira ničim nije ograničeno.[37] Franjo Petrić (XVI. st.) kao početak svemu postavlja svjetlost, koja dolazi od Boga.

Uzima se da moderna filozofija započinje s Descartesom (XVII. st.), koji je značajno utjecao i na razvoj nove znanosti, matematike i prirodoslovlja. U svojim "Načelima filozofije" navodi:[38] "Čini mi se evidentnim da nema ničeg drugog osim Boga, koji je svojom svemoći stvorio materiju s gibanjem (energijom)..." (vlastiti prijevod) Zatim: "Iz činjenice da Bog ni na koji način nije podložan promjeni te da On

34 D. C. Giancoli, *Physics*, Prentice Hall, London, 1995.

35 Kraus, *Cosmological antigravity*, Scientific American, Jan. (1999), 35; J. D. Barow - F. J. Tipler, *The antropic cosmological principle*, Oxford, 1986.

36 P. Teilhard de Chardin, *Le phenomene humain*, Paris, 1952.

37 F. Copleston, *A history of philosophy*, Doubleday, New York, 1994.

38 Isto.

uvijek djeluje na isti način, mi možemo dostići znanje o određenim zakonima koje ja nazivam prirodnim zakonima." Ovo mišljenje je, naravno, u skladu s Descartesovim shvaćanjem kako je fizika zavisna o metafizici, u tom smislu da fizikalna načela slijede iz metafizičkih postavki.

Immanuel Kant (XVIII. st.) u svojoj "Kritici čistog uma"[39] navodi u antinomiji o spekulativnoj kozmologiji kako se obje postavke - da je svemir imao početak i da je bio prostorno ograničen, te da je svemir neograničen u prostoru i vremenu - mogu filozofski opravdati, stoga takvo razmatranje nije - znanstveno. Međutim, mnoge teme, bez obzira na znanstvene domašaje u njima ili upravo zbog oskudice znanja, privlače i očaravaju čovjekov um. Tako Kant u *Kritici praktičnog uma* na kraju knjige navodi: kako više upoznaje sve ga više i više zadivljuje - "zvijezdano nebo nada mnom i ćudoredni zakon u meni".

Ponekad pjesnički jezik ili duhovnost iskazuju istinu o kojoj znanost šuti; s pravom, moglo bi se reći, jer o onomu što se ne poznaje, treba šutjeti (prema L. Wittgensteinu[40]).

"Čovjek po naravi traži istinu", kaže papa Ivan Pavao II.,[41] zatim: "Jedinstvo istine je već temeljni postulat ljudskog razuma, izražen u principu neproturječnosti"; navodi još G. Galilei, koji naglašuje kako vjera i znanost ne mogu nikada jedna drugoj proturječiti.

Kozmološka pitanja su i filozofska, teorija deterministčkog kaosa očekuje i odgovore filozofije, a navedeni antropički princip nije moguće odvojiti od metafizike, koliko god filozofija o znanosti željela biti samostalna ili samo znanstvena.

Ovime se uznastojalo ukazati na širinu znanstvene i filozofijske problematike oko pitanja porijekla i budućnosti svemira, kao i na neka neobrazložena pojednostavljenja.

Zaključak

U uvodu je opisano sadašnje stanje u fizici čestica, kao i astrofizikalni pogled na poznate svemirske objekte, kako bi se mogao razmotriti najvjerojatniji put u razvoju svemira. Teorija Velikog praska zadobila je odlučnu podršku u astronomskim zapažanjima te se može uzeti da je evolucija svemira započela prije približno 12 milijardi godina eksplozijom vrlo velike energije (mjesto singulariteta)

39 Isto.

40 L. Wittgenstein, *Ricerche filosofiche*, Einaudi, Torino, 1968.

41 Giovanni Paolo II, *Fides et Ratio*, Lettera Enciclica, Vaticano, 1998.

i da se onda širio prolazeći razdoblje ujedinjenja svih prirodnih sila, zatim eru hadrona, leptona, nukleosinteze, eru radijacije, te posljednje razdoblje od približno deset tisuća godina u kojem dominira tvar nad zračenjem, a kada su i nastale zvijezde i galaksije. Suvremena kozmologija ozbiljno razmatra inflatorni model svemirske evolucije, koji se uključuje u teoriju Velikog praska i pretpostavlja eksponencijalnu eksploziju, golemo napuhavanje svemira u djelićima prve sekunde, a daje i određene odgovore o količini tamne tvari u svemiru. Naime, znanstveni prikaz budućnosti svemira zavisi o ukupnoj njegovoj masi, pa ako je gustoća svemira veća ili jednaka određenoj graničnoj vrijednosti, širenje svemira će se usporiti i zaustaviti. Inflatorni model predviđa da je gustoća svemira blizu granične vrijednosti, a u tom slučaju valja otkriti još glavninu mase koja je možda skrivena u tzv. crnim rupama odnosno u nepoznatim česticama (potraga za novim neutrinom).

Hoće li Zemlja prijeći u vatru (skupljanje svemira) ili će se ohladiti (beskrajno povećavanje svemira), ili... U raspravi su ovdje navedena i druga kozmološka pitanja kojima valja još tražiti odgovore (što je uzrok stvaranju prvih nakupina tvari - početak evolucije zvijezda, što je ili tko je započeo ekspanziju svemira, je li bilo više prasaka), a dodatna pitanja se pojavljuju uz nastanak nove znanosti, teorije deterministčkog kaosa.

Nova astronomska istraživanja pokazuju kako se svemir ubrzano širi. Svemir je ili otvoren ili ravan i ispunjen energijom nepoznata porijekla, odnosno masom koja ima gravitaciju - odbojnu. Većina znanstvenika prihvaća ovu drugu mogućnost: svemir je ispunjen odbojnom gravitacijskom energijom. Ova antigravitacija unosi, dakle, revoluciju u kozmologiju!

S ovim teškim kozmološkim pitanjima, kao i s antropičkim principom, svakako se zalazi u filozofijsku problematiku. Descartes, začetnik moderne filozofije, navodi u "Načelima filozofije" da je Bog stvorio materiju, tj. tvar i energiju, te da je fizika zavisna o metafizici, odnosno da fizikalna načela slijede iz metafizičkih postavki. Kant je dobro poznavao znanost i prirodoslovlje osamnaestog stoljeća, a pitanje evolucije svemira smjestio je u svoju prvu antinomiju o spekulativnoj kozmologiji: obje postavke - da je svemir imao početak i da je prostorno ograničen, te da je svemir prostorno i vremenski neograničen - mogu se filozofski opravdati i stoga takvo razmatranje nije znanstveno. Međutim, mnoge teme bez obzira na znanstvene domašaje u njima, ili upravo zbog oskudice znanja privlače i očaravaju čovjekov um. S više znanja još više zadivljuje - "zvijezdano nebo nad mnom i ćudoredni zakon u meni", navodi Kant u zaključke knjige *Kritika praktičnog uma*.

Ponekad pjesnički jezik ili duhovnost iskazuju istinu o kojoj znanost šuti; s pravom, reklo bi se, jer o onom što se ne poznaje, treba šutjeti (po L. Wittgensteinu).

"Jedinstvo istine već je temeljni postulat ljudskog razuma, izražen u principu neproturječnosti", piše papa Ivan Pavao II. i još navodi G. Galileija, kako istina vjere i znanosti ne mogu proturječiti jedna drugoj.

Ovime se uznastojalo ukazati na širinu znanstvene i filozofijske problematike oko pitanja porijekla i budućnosti svemira, kao i na neka neobrazložena pojednostavljenja.

ABOUT THE ORIGIN AND FUTURE OF THE UNIVERSE

Summary

The present-day situation in the particle physics as well as in astrophysics, and in view of the universe structure and its origin, was described. The Big Bang theory of the beginning of the universe together with the inflatory models were presented. Some difficult questions regarding the past and future of the universe (what launched its expansion, were there other bangs, what is the universe density, is there any antigravity) were considered. Taking into account the antropic principle of the cosmology as well as the theory of the deterministic chaos, other questions arise pointing out the necessity of the philosophical approach to the problem of the universe evolution. The thought development of speculative cosmology and also some appreciated opinions in modern philosophy (Descartes, Kant and others) were presented.